

## **Модернизация системы управления комплексом каналов частиц, выведенных из ускорителя У-70**

В.Н. Алферов, Ю.В. Бордановский, П.Б. Ветров, С.Б. Климов, В. Запольский, В.Г. Заручейский, В.И. Ковальцов, В.И. Котов, В.С. Кузнецов, А.Ф. Лукьянцев, В.П. Радин, О.Н. Милюткин, А.Н. Сытин, А.Н. Шалунов, В.Н. Ярыгин  
*ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий, Протвино, Россия*

Каналы транспортировки выведенных пучков из ускорителя У-70 представляют собой сложные комплексы оборудования (90 поворотных магнитов и фокусирующих линз, 13 корректирующих магнитов, 30 коллиматоров пучка, приборы диагностики пучка). Оборудование каналов размещено на расстояниях до 1 км. Число обрабатываемых аналоговых сигналов около 1200, статусных — около 100, управляющих — около 130.

Модернизируемая система базируется на применении интеллектуальных контроллеров оборудования (I8051), связанных полевой магистралью CAN. ЭВМ системы (серверы и операторские консоли), контроллеры полевой магистрали связаны через Ethernet.

Первый этап реализации предусматривает замену СМ-4 и Э-60 на персональные ЭВМ, связанные через Ethernet.

Разработаны опытные образцы контроллеров, разработана и опробована первая версия Visual C++ программ управления оборудованием с персональных ЭВМ энергетического корпуса и каналов.

### ***Введение***

Система управления протяженными каналами выведенных из ускорителя У-70 частиц (№№ 8, 21, 22, 23) создавалась в начале 80-х годов и к настоящему времени физически и морально устарела.

**Основными недостатками** системы в настоящее время являются:

- большие потери времени при установке и измерении параметров питания магнито-оптических элементов (МОЭ) каналов;
- затрудненность одновременного доступа к управлению магнитными элементами с пультов разных каналов;
- практическая невозможность модификации устаревшего программного обеспечения;
- пониженная надежность электронных модулей управления источниками питания МОЭ вследствие неблагоприятных условий эксплуатации и старения.

### ***Основные принципы организации модифицированной системы управления***

В основу системы управления закладывается трехуровневая организация вычислительных средств с персональными ЭВМ на верхнем уровне (ПЭВМ), унифицированными контроллерами (УК), выполняющими функции ЭВМ переднего края, на среднем уровне и специализированными контроллерами оборудования (КО) на нижнем. Обмен данными между ЭВМ осуществляется по сети Ethernet, контроллеры оборудования присоединяются к ЭВМ, через полевую магистраль CAN [1]. Структурная схема системы приведена на рис. 1.

Одна из ПЭВМ каналов выполняет функции сервера и обеспечивает хранение базы данных оборудования и режимов его работы, доступ к оборудованию, обработку собираемой информации для ее отображения в удобном для пользователя виде, начальную загрузку УК, архивацию данных и т.д.

Пульты ПЭВМ на едином пульте (раздельных пультах) управления каналами обеспечивают представление оперативных данных и анализ архивных данных.

В здании источников питания одна из ПЭВМ также выполняет функции сервера, осуществляя управление источниками питания МОЭ с пульта каналов по сети Ethernet. Другая ПЭВМ выполняет функции операторской консоли. С целью облегчения интеграции СУ каналов в систему управления ускорительного комплекса У-70 в качестве операционной системы (ОС) ПЭВМ будет использована UNIX подобная ОС Linux [2].

Для организации гибкого графического интерфейса с пользователем, построения различных архитектур типа «клиент-сервер», обеспечения унифицированного доступа к контроллерам оборудования выбран современный объектно-ориентированный программный инструмент EPICS (Experimental Physics and Industrial Control System) [3]. Эта система разрабатывалась и продолжает развиваться коллаборацией крупных американских ускорительных центров и используется в ряде других лабораторий ( в частности в DESY)

для разработки программного обеспечения систем контроля крупными установками. EPICS содержит программы и документы, образующие инструментарий для разработки и сопровождения программного обеспечения: средства для конфигурации системы, большой набор проверенного ПО, строго определенные интерфейсы для расширения системы на каждом из уровней, и базируется на распределенной архитектуре, позволяющей создавать наращиваемые системы управления. Архитектура EPICS соответствует архитектуре стандартной модели построения систем контроля крупными установками [3].

Для управления источниками питания МОЭ, корректирующих магнитов, коллиматоров и другого оборудования разрабатываются интеллектуальные контроллеры оборудования, которые включают в себя ЦАП и АЦП, регистры входных и выходных дискретных сигналов, интерфейс с полевой магистралью CAN. Такая конфигурация обеспечивает обработку на уровне контроллера оборудования статусных сигналов источников питания, измерение тока МОЭ и задание опорной величины тока для внутренней системы авторегулирования источника, а также управление коллиматорами и другим оборудованием.

В качестве элементной базы контроллера принят микропроцессорный набор I8051, применение которого обеспечит минимальную стоимость, простоту программирования и устойчивость к колебаниям напряжения сети.

Контроллером магистрали CAN служит контроллер GPFC (General Purpose Front-end Controller), представляющий собой совместную разработку ИФВЭ и ДЕЗИ. Он обеспечивает доступ к технологическому оборудованию верхнего уровня по сети Ethernet, сбор данных (ОК) и рассылку новых уставок. Всего требуется 5 контроллеров GPFC. В качестве операционной системы будет использована операционная система реального времени VxWorks.

Система является открытой и допускает изменения применяемых программно-аппаратных средств.

### ***Этапы работы***

Для реализации предлагаемой системы управления потребуется около двух лет. Все это время каналы с системой управления должны обеспечивать пучками экспериментальные установки во время физических сеансов. Поэтому реализация проекта разбивается на два этапа.

Цель первого, уже реализованного этапа, – с минимальными затратами устранить основные недостатки, обуславливающие потери времени в сеансе и снижение качества работы каналов. Структурная схема реализованной системы управления приведена на **рис. 1**.

#### **На первом этапе:**

- микро-ЭВМ Э-60, управляющая источниками питания МОЭ в здании источников питания, заменена на ПЭВМ PC/NT, присоединенную к каркасу “Вектор”/СУММА через разработанный в ИФВЭ контроллер К331;
- в пультовых каналах ЭВМ Э-60 и СМ также заменены на PC/NT, присоединенную к каркасу СУММА через контроллер К331;
- ПЭВМ каналов и зд. источников питания соединены магистралью Ethernet, реализованной на кабеле РК50-7-11;
- магистраль МП 1553 выводится из эксплуатации в резерв;
- разработан и испытан контроллер оборудования.

Это дает возможность персоналу каналов управлять режимами МОЭ через современную ЭВМ, а также обеспечивает параллельный доступ по Ethernet к ПЭВМ зданию источников питания с различных каналов. Уже на данном этапе могут быть реализованы дополнительные функции в системе управления, архивация данных и анализ работы источников питания.

Опробована программа управления оборудованием (Visual Basic/Visual C<sup>++</sup>), реализованная с использованием технологий клиент-сервер, DCOM и стандартных методов доступа к базам данных. При этом старая конфигурация системы управления каналами не демонтируется, а остается в резерве.

На **втором этапе** реализуется схема, приведенная на **рис. 2**.

### ***Список литературы***

- [1] “A Configurable RT OS Powered Fieldbus Controller for Distributed Accelerator Controls”. A. Matiushine, A. Sytin, P. Vetrov, S. Zelepoukine (IHEP), m. Clausen, W. Ebenritter, b. Schoeneburg (DESY). ICALEPCS’97, Beijing, 1997.
- [2] “Вычислительные средства новой системы управления ускорительного комплекса У-70”. В.П. Воеводин, А.П. Елин, В.В. Комаров. XVI Собрание по ускорителям заряженных частиц, 20-22 октября 1998, Протвино, Россия.
- [3] L.R. Dalesio, J.O. Hill, M. Kraimer etc. “The Experimental physics and industrial control system architecture: past, present, and future”, Proc. Of ICALEPCS’93, Oct. 18-23, Berlin, Germany.

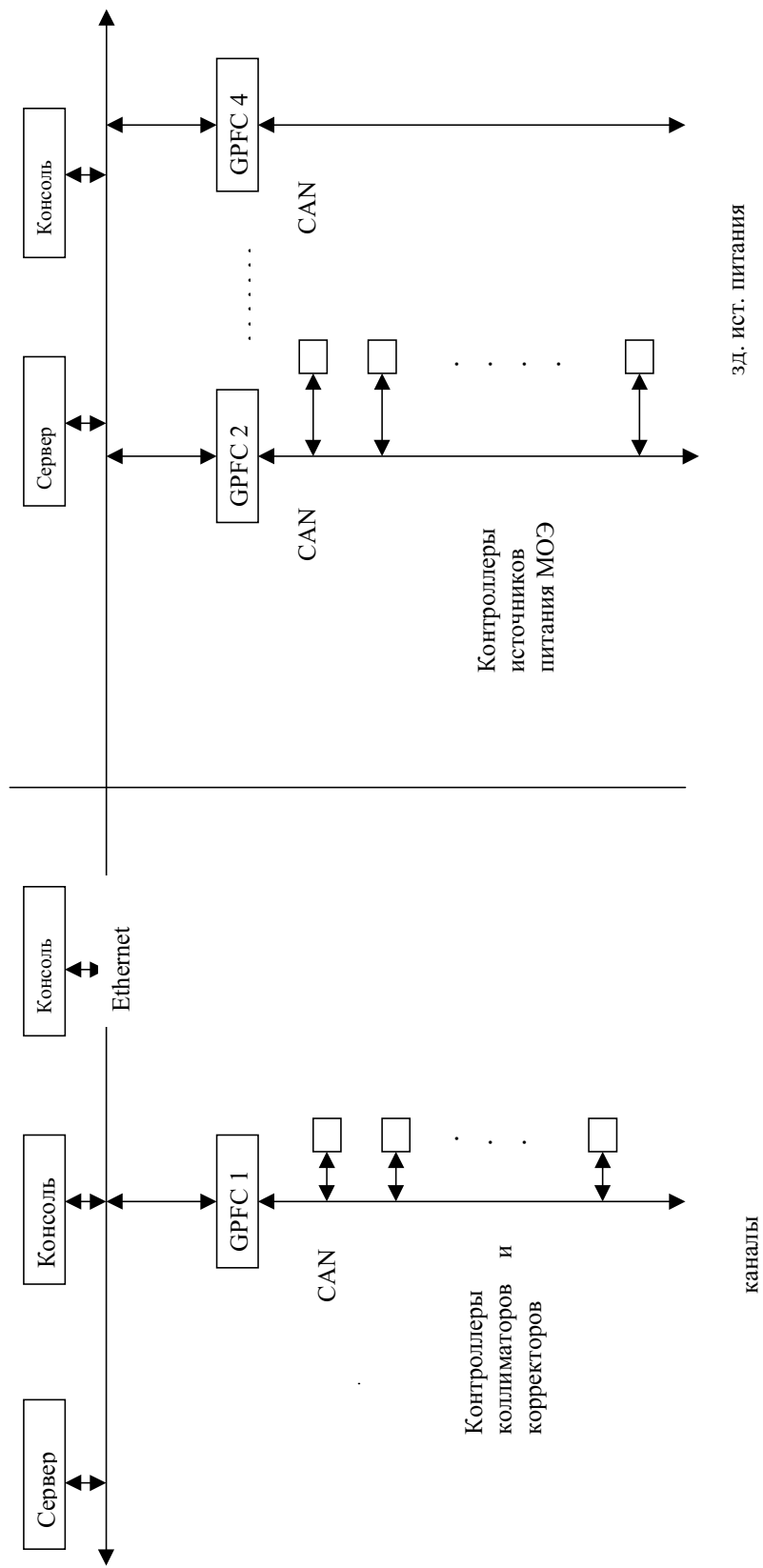


Рис.1 Структурная схема модернизированной системы управления каналами выведенных частиц ускорителя У-70. Обозначения: МОЭ – магнитооптический элемент; GPFC – контроллер полевой магистрал; CAN – полевая магистраль.

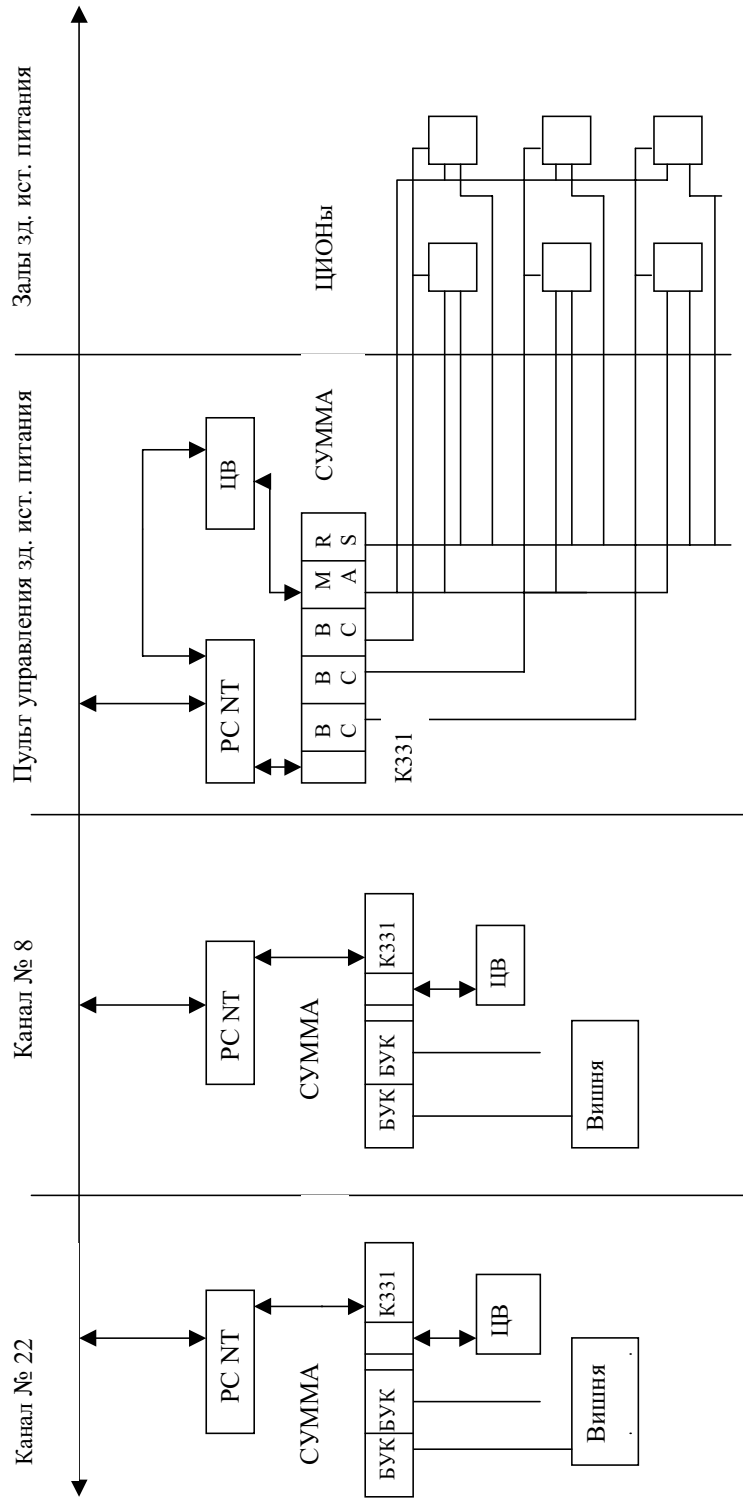


Рис.2. Структурная схема системы управления, реализованной на первом этапе модернизации. Обозначения: БУК-блок управления коллима-  
тором; ЦВ - цифровой вольтметр; ЦИОН- цифровой источник опорного напряжения;«Вишня-каркас управления коллимактором; ВС – контрол-  
лер сети технологического уровня; МА – аналоговый мультиплексор;RS- регистр статусный.